



Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Notat vedr. de bærende konstruktioner i råhuset udført som elementbyggeri i beton og murværk for alm. bygningskonstruktioner

Projektarbejdet i B-sektorens 4. semester

Holm, K. Lykke

Publication date:
1994

Document Version
Tidlig version også kaldet pre-print

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Holm, K. L. (1994). *Notat vedr. de bærende konstruktioner i råhuset udført som elementbyggeri i beton og murværk for alm. bygningskonstruktioner: Projektarbejdet i B-sektorens 4. semester*. (2 udg.) Dept. of Building Technology and Structural Engineering, Aalborg University. Institut for Bygningsteknik, Aalborg Universitet Nr. U9401

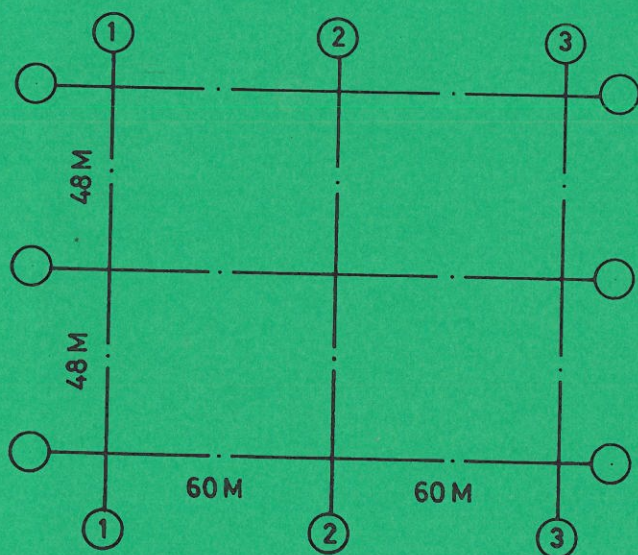
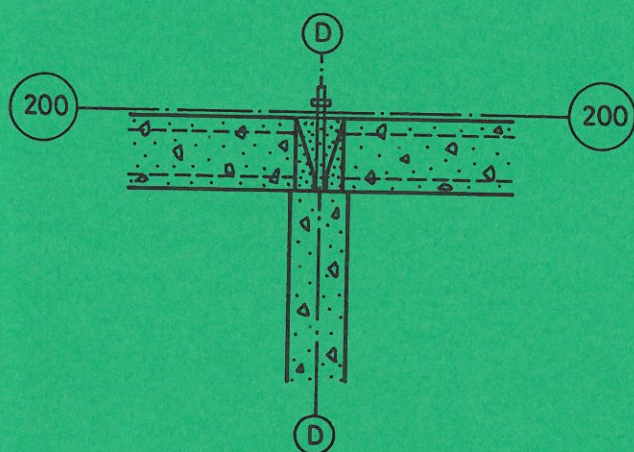
General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.



SYNOPSIS

Notatet omhandler almindeligt elementbyggeri i beton og murværk. Der er også medtaget in situ (dvs. pladsstøbt) søjle-bjælke-plade konstruktioner.

Målgruppen er AUC-studerende.

Notatet er tænkt som en meget koncentreret indføring i emnet med hovedvægten lagt på den principielle forståelse og ikke en systematisk gennemgang af emnet.

Det er forfatterens håb, at notatet kan virke inspirerende og igangsættende til videre selvstændig aktivitet og kreativitet.

K. LYKKE HOLM

**NOTAT VEDR. DE BÆRENDE KONSTRUKTIONER I RÅHUSET UDFØRT SOM ELEMENTBYGGERI I BETON OG MURVÆRK FOR ALM. BYGNINGSKONSTRUKTIONER, 2. udgave
JULI 1995**

ISSN 0902-8005 U9511

FORORD

Efter den sidst reviderede studieordning for B-sektoren er vejledning i bygningskonstruktion fjernet fra 3. semester, og projektenhedens hovedvægt ligger på indeklima og installationer. Der er heller ikke undervisning i bygningskonstruktion i form af kurser eller lignende på 4. semester. Dette har ført til vanskeligheder i projektarbejdet for 4. semester, hvor projektenheden omhandler konstruktion og beregning af en bygningskonstruktion.

Undervisningsudvalget i Instituttet for Bygningsteknik har derfor bedt om et materiale, der kan give de studerende en hurtig indføring i de generelle principper for de bærende konstruktioner i råhuset for almindelige bygningskonstruktioner.

Det er forfatterens håb, at dette kortfattede notat vil vise sig at være nyttigt - specielt ved 4. semesters projektstart. Det ville være ønskeligt, om der kunne afsættes projekttid til en forelæsning og en drøftelse af emnet.

Idegrundlaget til dette notat er hentet fra "Modul og Montagebyggeri" af Henrik Nissen, og der er også lånt nogle figurer fra bogen, nemlig figur 1.1, 1.2, 1.4 og 1.5.

Aalborg, januar 1994

Kjeld Lykke Holm

FORORD TIL 2. UDGAVE

Bortset fra nogle få rettelser forårsaget af, at notatet tænkes anvendt af alle interesserede, er notatets indhold uændret.

Aalborg, juli 1995

Kjeld Lykke Holm

INDLEDNING

Dette notat er en yderst koncentreret fremstilling af udformning af de bærende konstruktioner i råhuset i almindeligt elementbyggeri i beton og murværk i almindelige bygningskonstruktioner.

Alle tegningerne - B1 til B6 og M1 til M5 - er tegnet i skala 1:5 og 1:10 (dog kun for M5). Tegningerne er ikke helt gennemarbejdede. Dette er imidlertid tilsigtet for at undgå, at de opfattes som fejlfri og 100% i orden - lige til at plagiere! Det er ikke tilfældet! Der er altid noget, der kunne være bedre, fordi der er så mange muligheder og teknikker, og løsningsrummet er så vidtspændende for den kreative ingeniør.

Meningen med tegningerne er at afdække nogle principper, som der kan arbejdes videre med.

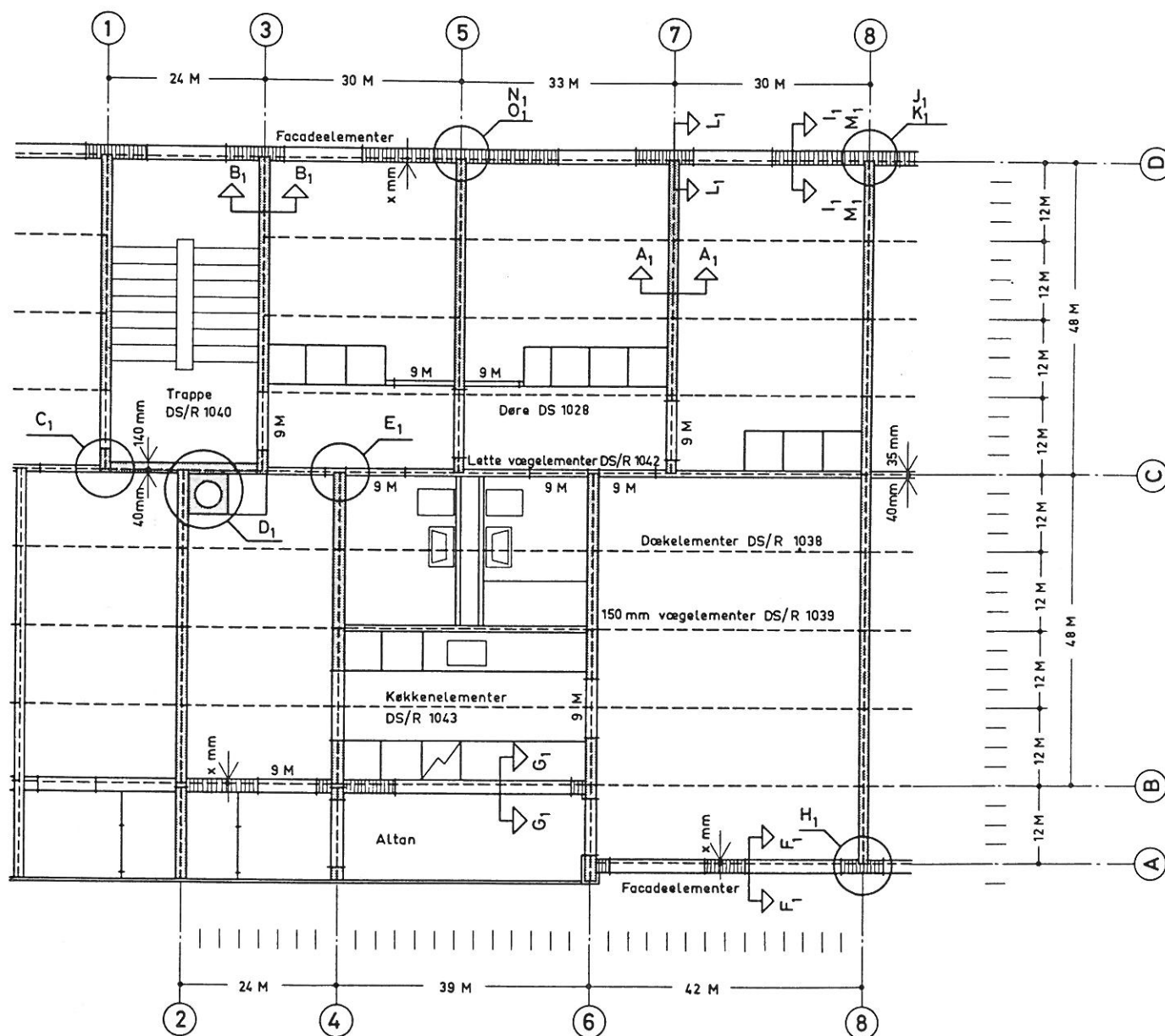
Der er medtaget et absolut minimum af den næsten endeløse mængde af standarder, love, bestemmelser, data for prefabrikerede elementer osv., osv.

Det er meningen, at de studerende skal lære selv at opsøge relevante oplysninger fra f.eks. Bygningsreglement, betonvarekataloger (der findes en samling i Instituttet for Bygningsteknik), normer, standarder m.m.

Der er forklaret lidt om rumlig stabilitet og virkemåden for forskydningslåse. Der er dog ingen beregninger, men kun en kvalitativ argumentation.

Notatet afsluttes med råd og vink og afsluttende bemærkninger. Her er også medtaget lidt om råhusets tegninger og målafsætning.

Figur 1.2 viser en moduloversigtstegning for et byggeri.



MODULOVERSIGTSTEGNING 1 : 100

Figur 1.2. Moduloversigtstegningen bringer elementerne på plads i forhold til hinanden og til modullinierne. I montagebyggeriet bliver moduloversigtstegningerne oftest enkle og klare.

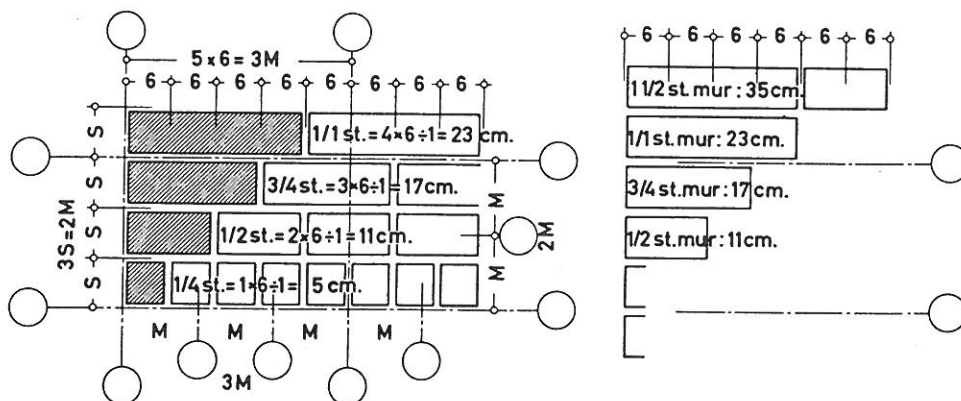
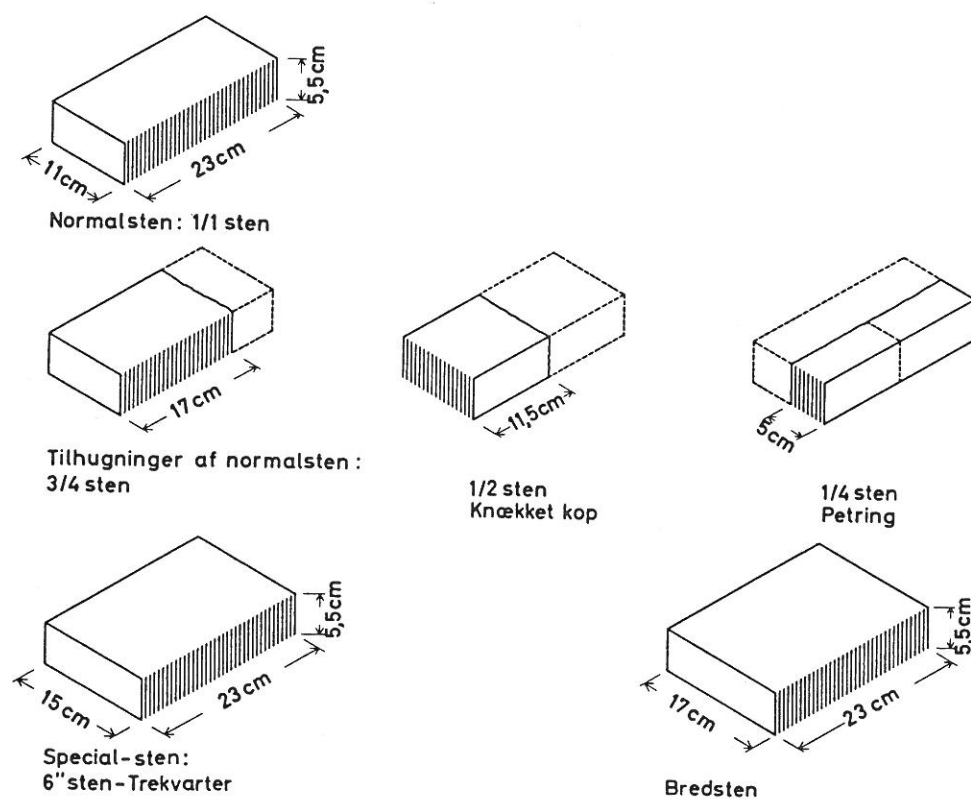
1.1 MODULMÅL, BASISMÅL OG FUGER

I figur 1.3 er modullinier markeret med en cirkel. Der er vist en række ens elementer, der skal placeres mellem modullinierne.

Eksempel 2

Der anvendes stadig murværk i almindeligt byggeri men ikke til højhuse.

Forbandt mål for almindelige mursten fremgår af figur 1.5. Der regnes i almindelig praksis med afrundede mål, således at en normalsten er $230 \times 110 \times 55 \text{ mm} = L \times B \times H$, at de lodrette fuger er 10 mm (studsfuger), samt at 3 skifter = 200 mm.



FORBANDTMÅL

NORMALMURSTEN 1:10
Afrundede mål i cm.

MURTYKKELSER

Figur 1.5. Mursten og murværksmål med danske normalsten.

Trappeelementer, bjælker og søjler findes som standardelementer, der kan købes efter katalog. Her nævnes blot RB, IB og SIB, hvor B betyder bjælke og R = rektangulært tværsnit, I = I-tværsnit og S = sadelformet dvs. højest på midten og med fald mod enderne (anvendes som tagspær).

Specialelementer kan bestilles, men hvis muligt helst som varianter, der med enkle modifikationer kan støbes i eksisterende forme. Ved projekteringen skal man efterstræbe så få specialelementer som muligt!

2.1 BYGGERI MED TVÆRVÆGGE

I princip kan naturligvis tænkes mange måder at sammenbygge betonelementerne på. For at belyse samlingsprincipperne studerer vi et såkaldt tværvægsbyggeri. Parallelt med facaderne spænder dækelementerne fra tværvæg til tværvæg.

Vi vil studere nogle typiske samlinger:

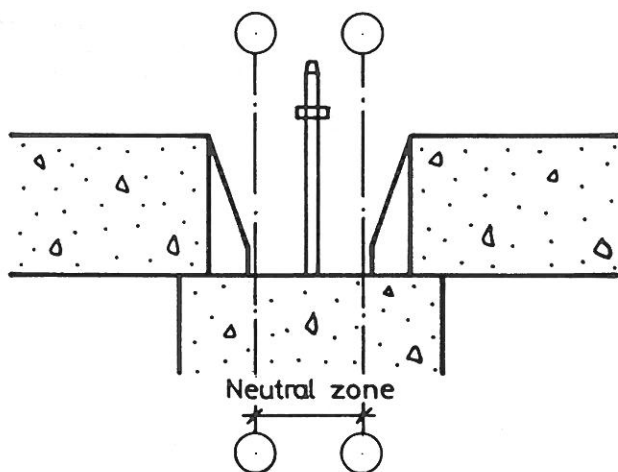
Tegning nr. B1, samling over tværvæg

Dækelementerne lægges direkte (knasfuge) på tværvæggen. Når dækelementerne er på plads, monteres fugearmering, hvorefter alle fugerne mellem de oplagte dækelementer udstøbes med fugebeton. Når fugebetonen har opnået tilstrækkelig styrke, monteres ovenliggende tværvæg på montageboltene og holdes på plads af skråstøtter. Væggen understøbes med specialmørtel, og de lodrette vægfuger udstøbes.

Læg mærke til, at dækelementernes vederlag er specialudformet med såkaldte "knaster" (jvf. katalogerne), således at trykoverføring fra den ovenliggende væg til den underliggende væg sker gennem fugebetonen og ikke gennem knasvederlaget, som kun skal bære selve dækelementet.

Dimensioner på dækelementer og vægge afhænger naturligvis af de aktuelle laster og spændvidder og må bestemmes i hvert enkelt tilfælde.

Læg også mærke til modulliniernes placering. Her kan bemærkes, at ved tykke vægele-



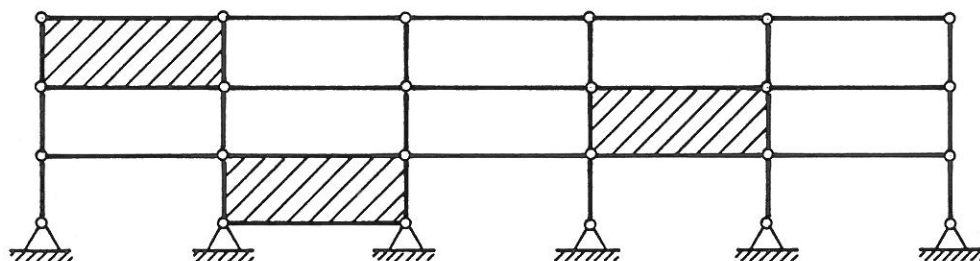
menter kan der opereres med en såkaldt neutral zone - som bl.a. skal sikre en veldefineret trykoverførelse gennem fugebetonen. Man skal dog være opmærksom på, at en neutral zone kan give problemer andre steder, f.eks. skal facadeelementerne leveres med en længde, der ikke er en standardlængde men kræver en speciel modifikation (som dog ikke er et stort problem, da der kan støbes i modificeret standardform).

Tegning nr. B2, samling ved facade

Tegningen viser et lodret snit i facaden mellem tværvæggene.

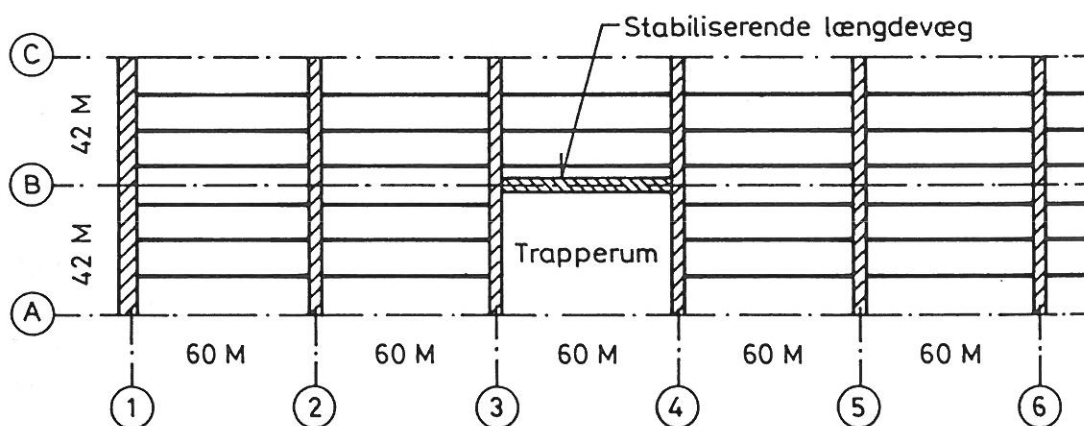
Figuren viser et lodret længdesnit i et tværvægsbyggeri. Tværvægge og dækelementer er at betragte som "kort i et korthus", og huset vil vælte som vist - det er instabilt i husets længderetning, men ikke i tværretningen, hvor væggene virker stabiliserende.

Anbringer vi nu en afstivende længdevæg i hver af de tre etager, vil denne virke stabiliserende, fordi den vil bibeholde sin rektangulære form som vist på figuren, og forudsat,



at der er tilstrækkelig sammenhæng i bygningen iøvrigt, er konstruktionen nu blevet rumlig stabil.

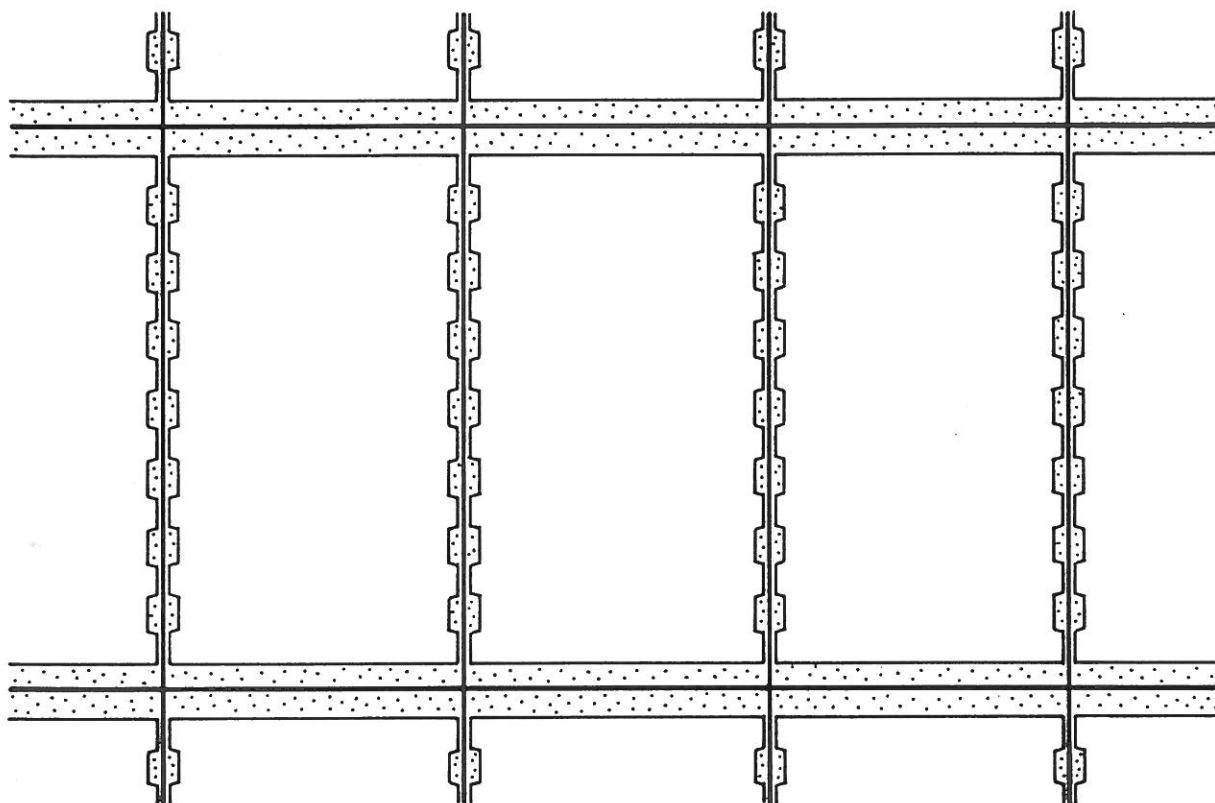
I praksis ordnes elevatorskakte eller trapperum med længdestabiliserende væg. Sammenhæng i hele konstruktionen sikres ved hjælp af fugearmering. Princippet er vist på figuren.



Plan

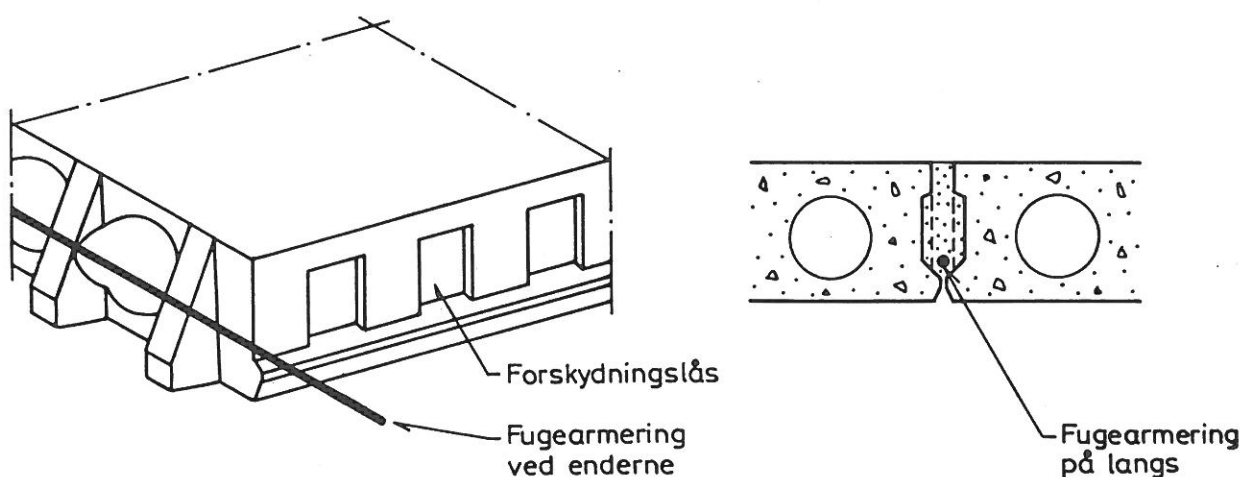
På grund af fugearmeringen i etagedækkene udgør de et sammenhængende hele, der så skal "hænge" fast i længdevæggen og derved sikre bygningens rumlige stabilitet.

Princippet anvendt på vægge er vist nedenfor. De sorte streger er armeringsjern.



Fugearmering planlægges og beregnes og vises ofte på detailsamlingstegningerne. Som øvelse kan læseren filosofere over, hvor der kan vises fugearmering på de tidligere viste samlingsdetaljer.

For pladernes vedkommende er der forskydningslåse langs fugerne, se figurerne. Fugearmeringen ved enderne holder pladerne sammen og modvirker således de skrå tryk i låsene.



Tegning nr. M4, tagkonstruktion med fladt tag

Der er problemer med vandafledning og udflytning af isoleringen. Formuren støttes af galvaniserede skråstøtter af stål. For at undgå kuldebro kan anvendes neoprenskiver, så varme ikke kan ledes direkte fra fugebeton til skråstøtte og herfra til den kolde formur.

Tegning nr. M5, ydervæggens tilslutning til kælder

Kældervæggen er pladsstøbt, og kældergulvet udføres som terrændæk. For- og bagmur fugtisoleres mod fundament med asfaltpap. Desuden føres asfaltpap fra formur 3 skifter op i bagmur for at opfange evt. nedsivende slagregn, der er slået gennem formuren, eller evt. nedsivende kondensvand.

4. BJÆLKE-SØJLEKONSTRUKTIONER

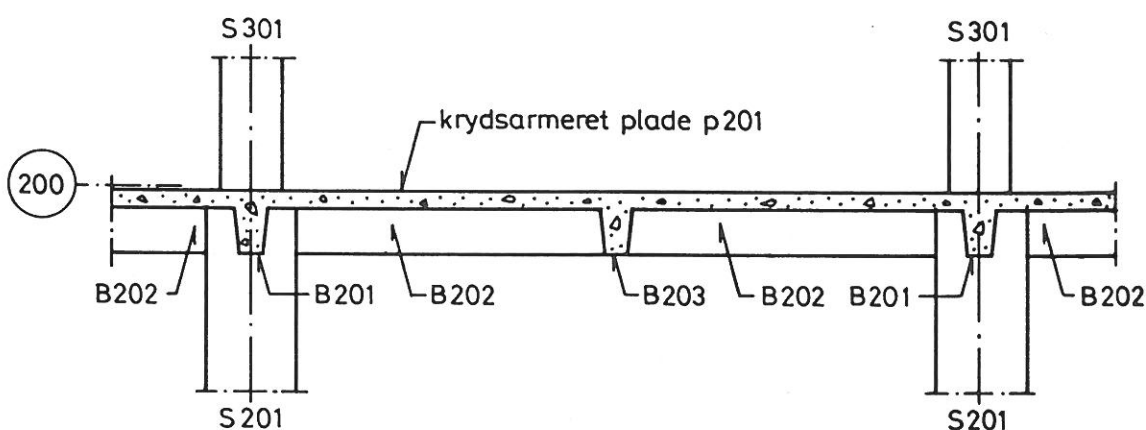
Undertiden ønsker man at undgå bærende vægge og i stedet bruge søjle-bjælke-plade princippet. Gavle og facader er dog stadig opbygget med for- og bagmur med isolering, bortset fra uopvarmede bygninger som f.eks. parkeringshuse.

IN SITU STØBTE KONSTRUKTIONER

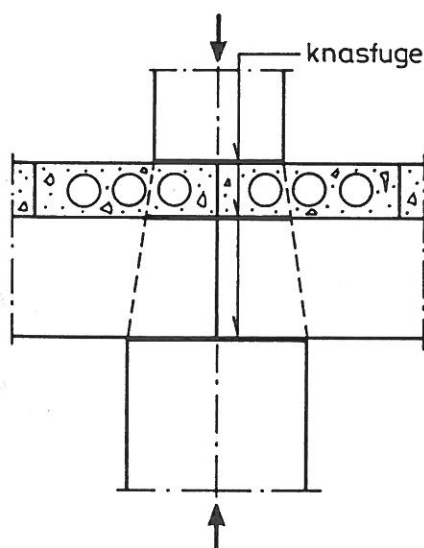
Her er tale om konstruktioner støbt på stedet, og det er stort set et spørgsmål om at bygge formene, betonen skal støbes i. Der findes da også i dag færdige formsystemer. Der er ingen problemer med at få kontinuitet i konstruktionerne, så der er et veldefineret kraftforløb gennem konstruktionen begyndende med pladerne, herfra til bjælkerne og videre til søjlerne, der fører kræfterne til fundamenterne. Den rumlige stabilitet er heller ikke problematisk. Derimod må det overvejes, hvor der skal anordnes dilatationsfuger, der kan udligne den sammentrækning af betonen, som sker p.gr.a. betonens svind, som typisk kan andrage 0,2 mm pr. m for uhindret svinddeformation. Hindres svinddeformationerne (som f.eks. nederst i bygningen, hvor fundamenternes friktion mod jorden modvirker bevægelse), vil der opstå svindrevner.

In situ støbning anvendes normalt altid ved kældre o.l. under terræn.

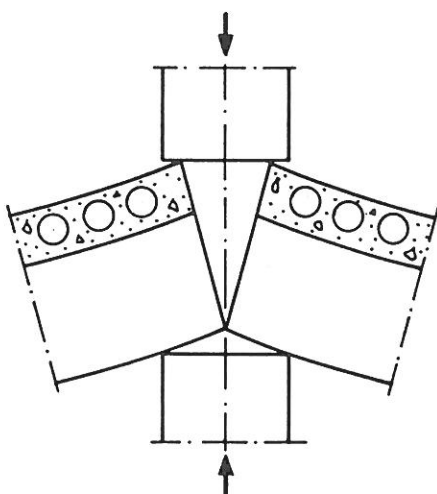
Krydsarmerede dæk



ovenpå dækelementerne osv. Dette er "stableprincippet", som vi har benyttet med held i det foregående. Takket være dækelementernes knastvederlag på tværvæggene kunne vi på en overskuelig måde få overført de lodrette tryk fra ovenliggende væg til væggen nedenunder gennem fugebetonen. Men i dette tilfælde er det knapt så overskueligt. Ser vi på et "etagekryds" opbygget efter stableprincippet, er der "knastfuger", dvs. beton mod beton tre steder som vist, dvs. de store trykkræfter i søjlerne skal måske overføres på nogle få steder, hvor der tilfældigvis er kontakt med risiko for knusning og hvad deraf følger.

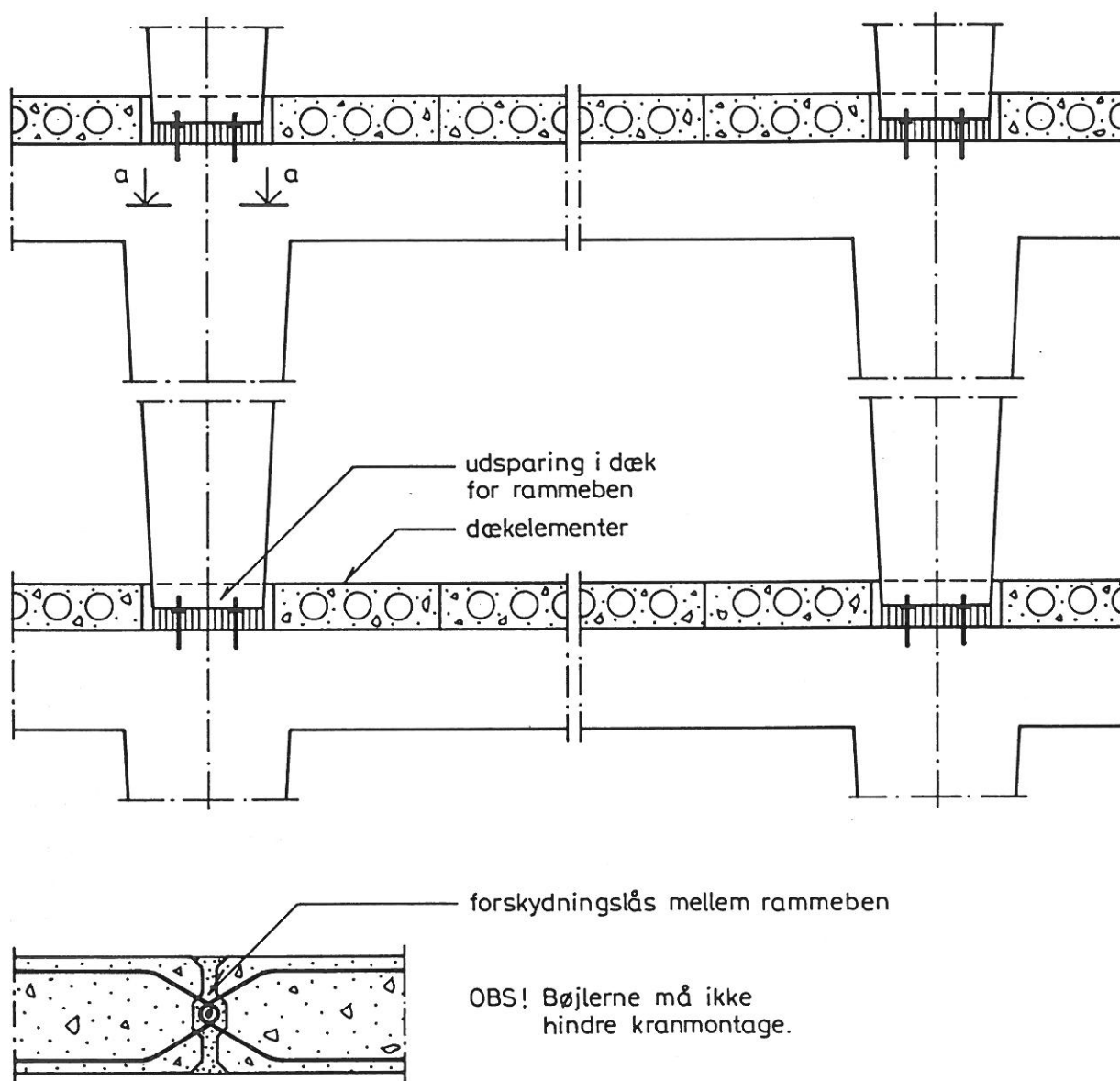


Løsningen er ikke acceptabel - i hvert fald ikke for blot nogenlunde store tryk. Der er også andre usikkerheder, f.eks. vil bjælkerne bøje ned ved belastning og forøge den usikre kraftoverførelse, se nedenfor (stærkt overdrevet).



Problemet er derfor at få overført søjlekræfterne på en sikker måde og samtidig sørge for et vederlag for bjælkerne.

Konsolløsningen går ud på, at bjælkerne hviler på konsoller på søjlerne, og at søjlekræfterne overføres i en zone, der støbes på stedet, se figuren.



Snit a-a

Nachdelen ved denne løsning er, at rammer med højde over ca. 3,6 m ikke kan transporteres på offentlig vej (broer, ledninger m.v.). Til gengæld er rammerne sidestabile - de kan optage vandrette kræfter i rammens plan - medens konsolløsningen fra før kun vanskeligt kan gøres momentstiv, så der kan optages vandrette kræfter. Dette har betydning for den rumlige stabilitet.

Der findes andre løsninger, hvor bjælkeenderne føres et stykke ind i søjlerne, som til gengæld bliver lange, hvilket kan give problemer med at overholde tolerancer for tilladelig krumning.

hvor man ikke kan finde en dimension i et katalog. F.eks. ved man ikke uden videre dimensionerne for et pladsstøbt dæk med bjælker og krydsarmerede plader. i "Teknisk Ståbi" er der imidlertid angivet nogle simple empiriske formler, der kan bruges.

For træspærs vedkommende findes dimensionerne i spærkataloger.

Når hele konstruktionens principielle opbygning er fastlagt, kan detailprojekteringen begynde. Der udføres detailberegninger og procestegninger med angivelse af anvendte materialer, krav til udførelse (f.eks. henvisning til normer m.v.), alle nødvendige mål, og i det hele taget alt, hvad der har med den praktiske udførelse at gøre. Ved elementbyggeri kan der blive tale om elementtegninger, der skal bruges på betonfabrikken, og montagetegninger, der skal bruges af montørerne og ved fastlæggelse af produktionssækkefølge.

Det er fornuftigt at overveje, hvilken målgruppe en tegning skal have. Når det er fastlagt, må man finde ud af, hvilke oplysninger denne målgruppe har brug for. Kun disse oplysninger skal med på tegningen. Alle andre unødvendige oplysninger virker kun overflødige og forvirrende.

Der findes forskellige systemer for, hvordan man kan holde styr på byggeriets mange sagsakter, herunder tegningerne. Her nævnes blot, at for tegningerne til råhuset skelner man mellem

- Skitser
- Moduldetaljer
- Moduloversigtstegninger
- Tilvirkningstegninger, procestegninger
- Samlingsdetaljer
- Montagetegninger

Skitser

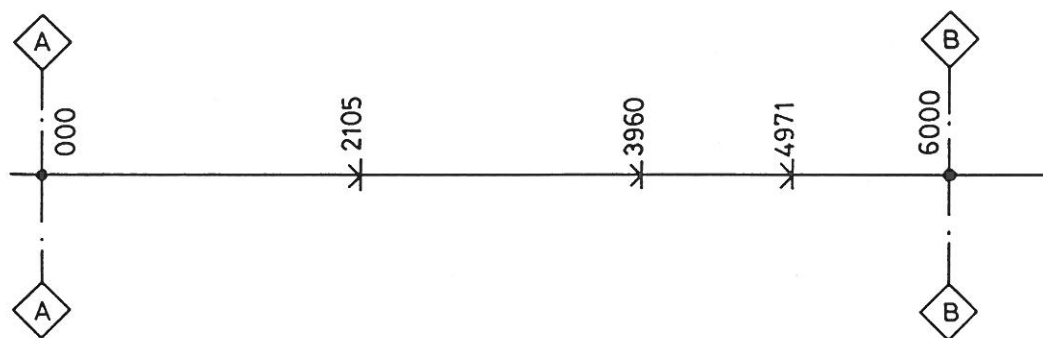
I denne fase vælges konstruktionsprincipper, hvilke materialer der skal anvendes, og byggemetoder.

Bærende vægge, bjælker, søjler m.v. skal placeres. Normalt placeres symmetriakser f.eks. vægmidte osv. i modullinierne - "akseprincipet". Ved facader og gavle er forholdene lidt anderledes, og her må der foretages en skønnet placering. Først når alle moduldetaljer er gennemarbejdet, kan den endelige placering bestemmes. Der findes således ingen faste regler for modulliniernes beliggenhed i planen. Modullinierne må rettes ind efter elementerne og samlingsmetoden.

Moduldetaljer

I denne fase studeres alle elementsamlingerne, og med kendskab til samlingsmetoder m.v. kan modullinierne fastlægges. Ved den murede facade placeredes modullinien 25 mm inde i bagmuren. Med 10 mm studsuge opnåede vi da, at vi kunne placere 60 mm modulet for murstensforbandt 30 mm fra modullinien i hver facade og derved opnå, at murforbandets 60 mm net ikke blev forstyrret.

Moduldetaljer tegnes i stor målestok, f.eks. 1:1, 1:2 for at få alle detaljer med. De kan så nedfotograferes og danne udgangspunkt for samlingsdetaljer, f.eks. i skala 1:5.



Afsætning af lodrette mål foregår ud fra koteplaner. Koter angives i m med tre decimaler.

Pladsstøbte betonkonstruktioner

Her kan benyttes følgende nummereringssystem: Etagerne markeres med numre begyndende med 000 for nederste etage og derefter 100 200 osv. opefter.

Alle konstruktionselementer, der ligger i plan med etagen eller understøtter etagen, opkaldes efter etageangivelsen. Fx. betyder p 304 pladetype nr. 4 i etage 300. Der er plads til 99 varianter. Ens elementer gives samme nummer uanset placering. B 603 er således bjælketype nr. 3 i etage 600. S 608 er søjletype nr. 8, der bærer etage 600. V 201 er vægtype nr. 1, der bærer etage 200. Hvor der ikke er tvivl om højdeplaceringen, gives blot fortløbende numre. F 7 er fundament nr. 7.

6. AFSLUTTENDE BEMÆRKNINGER VEDR. PROJEKTARBEJDET

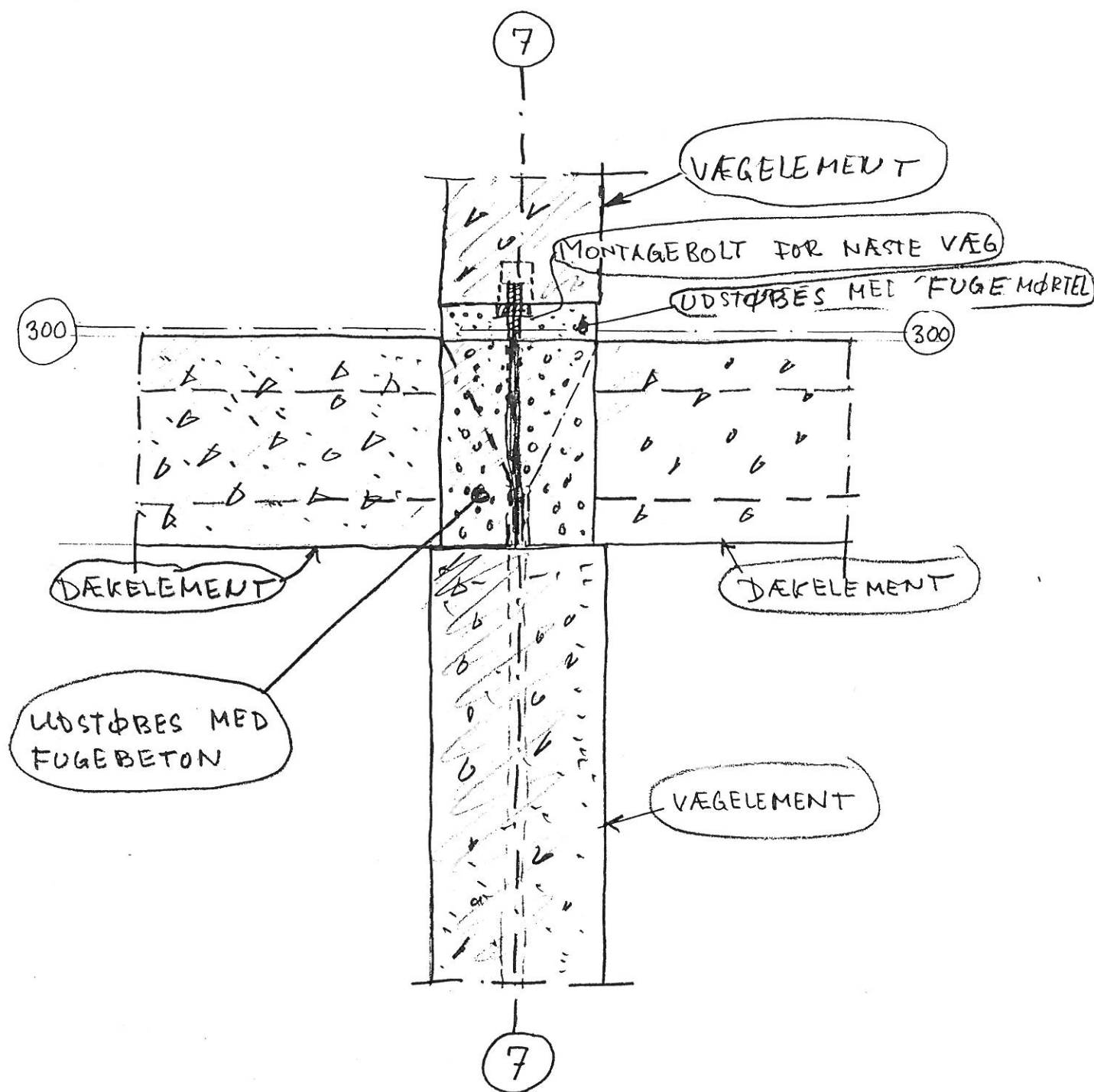
Af tidsmæssige årsager vil det ikke være muligt at foretage en totalprojektering af et rådhus i løbet af et semester. Derfor må der foretages en omhyggelig projektafgrænsning, som bestemmes af den overordnede målsætning for semestret.

Hvis der f.eks. indgår et kursus i armeret beton og trækonstruktioner, bør projektet indeholde konstruktionselementer inden for disse kategorier. F.eks. kunne man vælge at udføre en pladsstøbt etage med et dæk bestående af krydsarmerede plader. Der kan udvælges nogle typiske betonelementer til nærmere undersøgelse, f.eks. væg-, bjælke- og søjleelement. Der kan vælges træspær i tagkonstruktionen. Spæret beregnes og tegnes - måske vælges et begrænset antal knudepunkter til detailundersøgelse.

Tegningsmaterialet skal begrænses til et rimeligt antal inden for de forskellige kategorier. Det er bedre med få gennemarbejdede tegninger end mange halvfærdige!

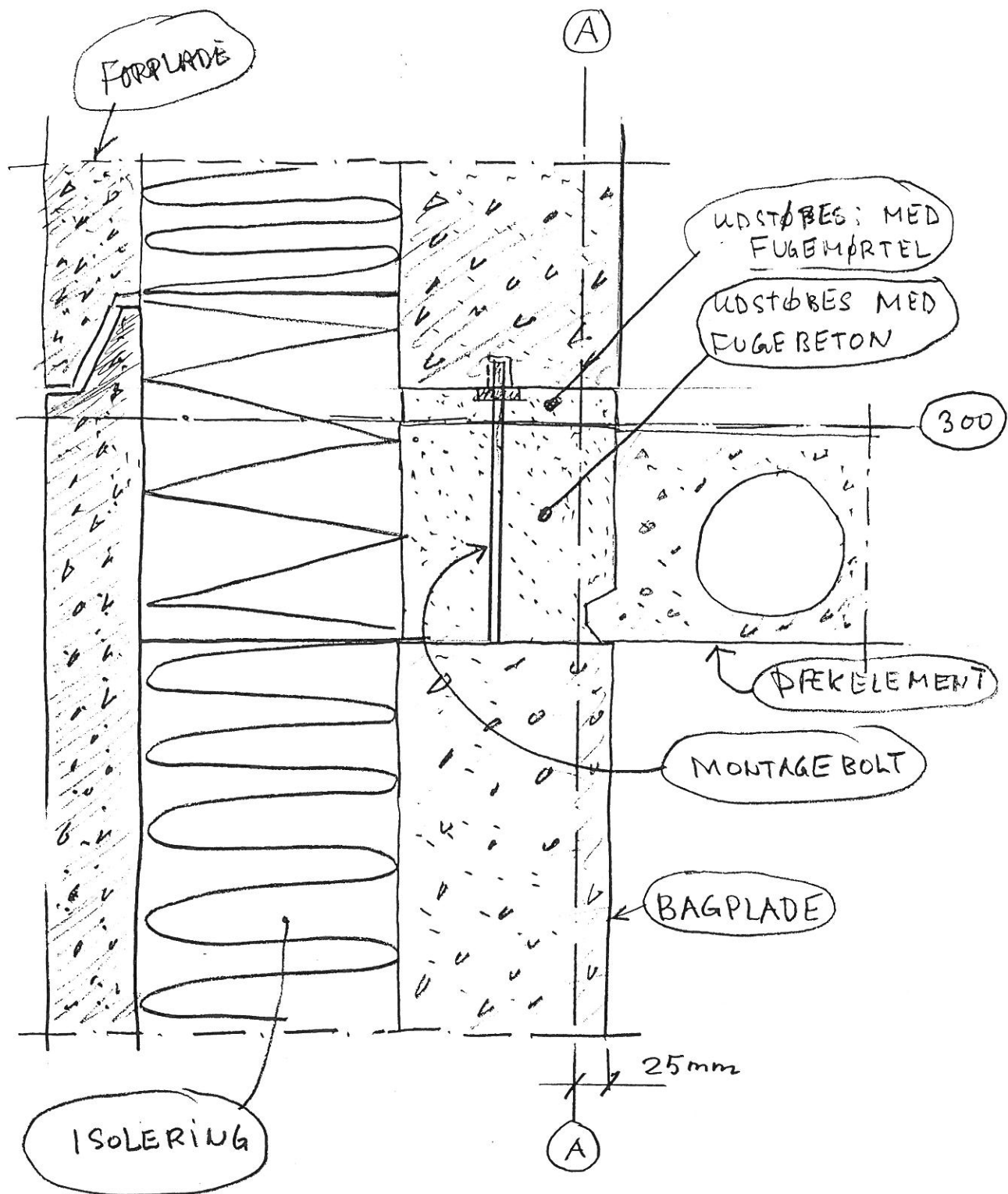
Det er vigtigt at udarbejde en handlingsplan for projektarbejdets afvikling. Det er måske en god ide at følge den ovenfor angivne rækkefølge for tegninger:

1. Skitser - der arbejdes med det valgte projektoplæg
2. Moduldetaljer - der arbejdes med de vigtigste samlinger
3. Moduloversigtstegninger - der vælges en typisk etage
4. Procestegning - der beregnes og tegnes udvalgte dele i armeret beton og træspær



LØDRET SNIT

SAMLING OVER TVÆRVÆG
TEGN. NR B1
1:5

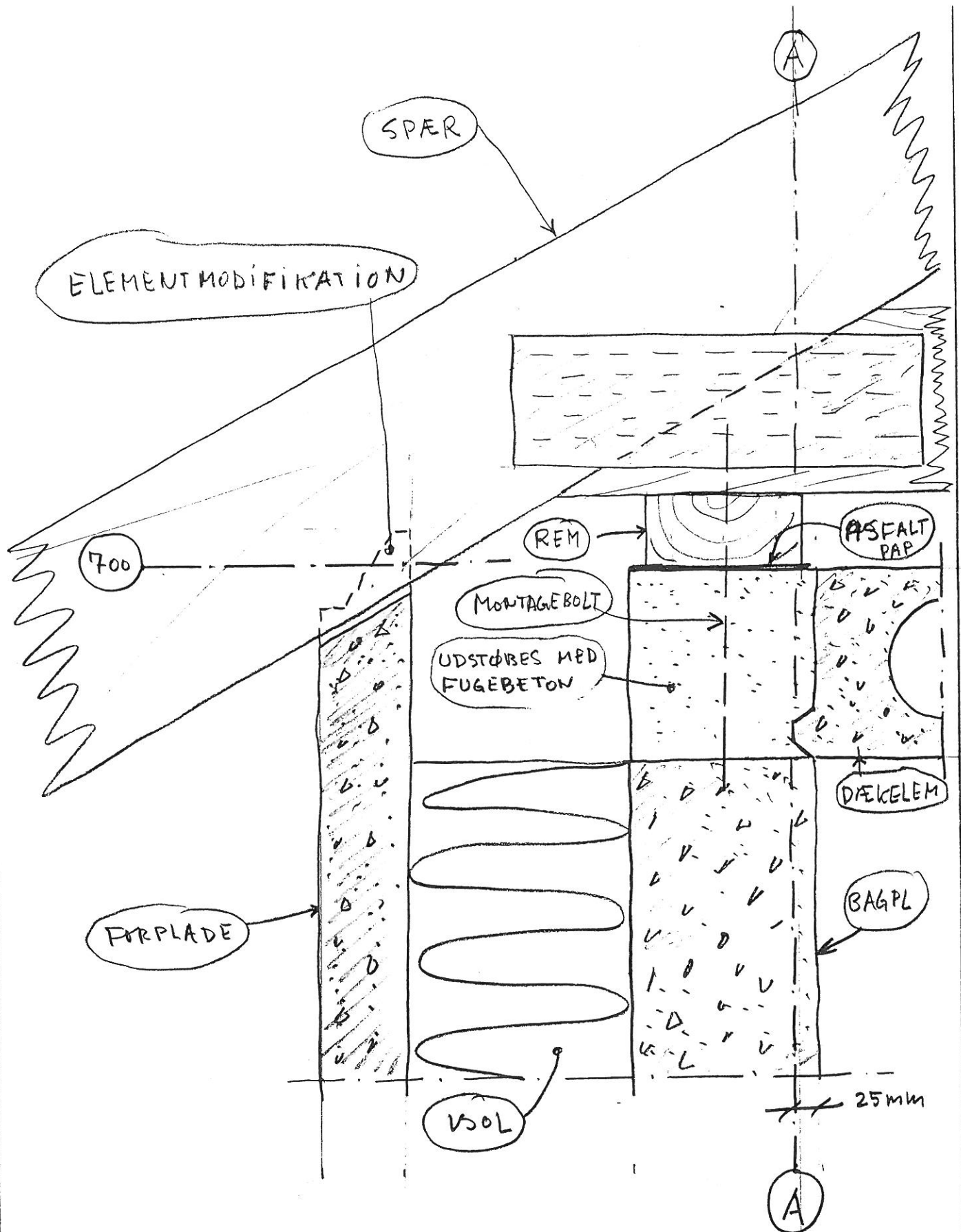


LODRET SNIT

SAMLING VED FACADE

TEGN. NR. B2

1:5

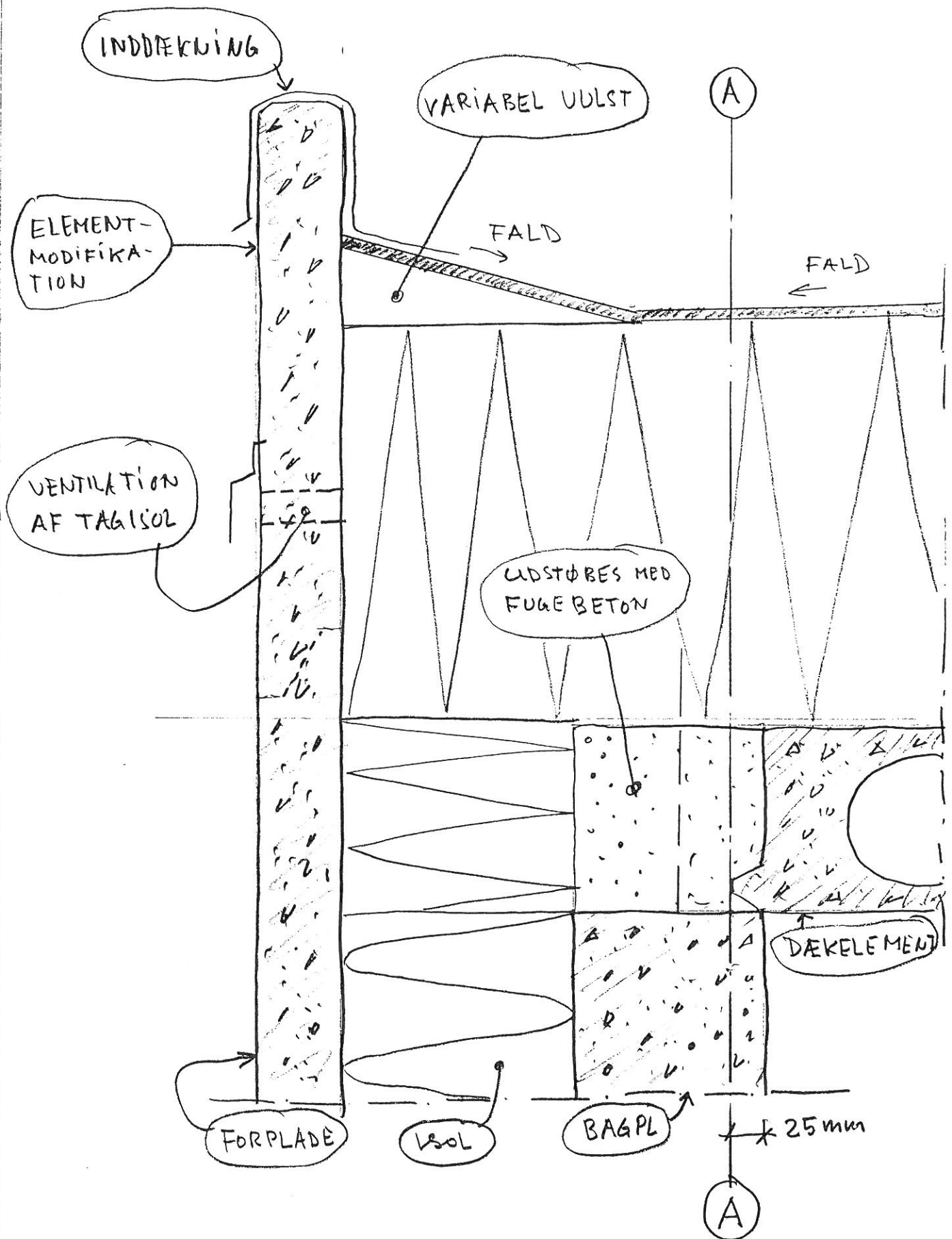


NOTE: YDERLIGERE TAGDETALJER, DER IKKE ER VIST PÅ DENNE TEGNING
ER VIST PÅ TEGN. NR. M3

TAGKONSTRUKTION MED SPÆR

TEGN. NR. B3

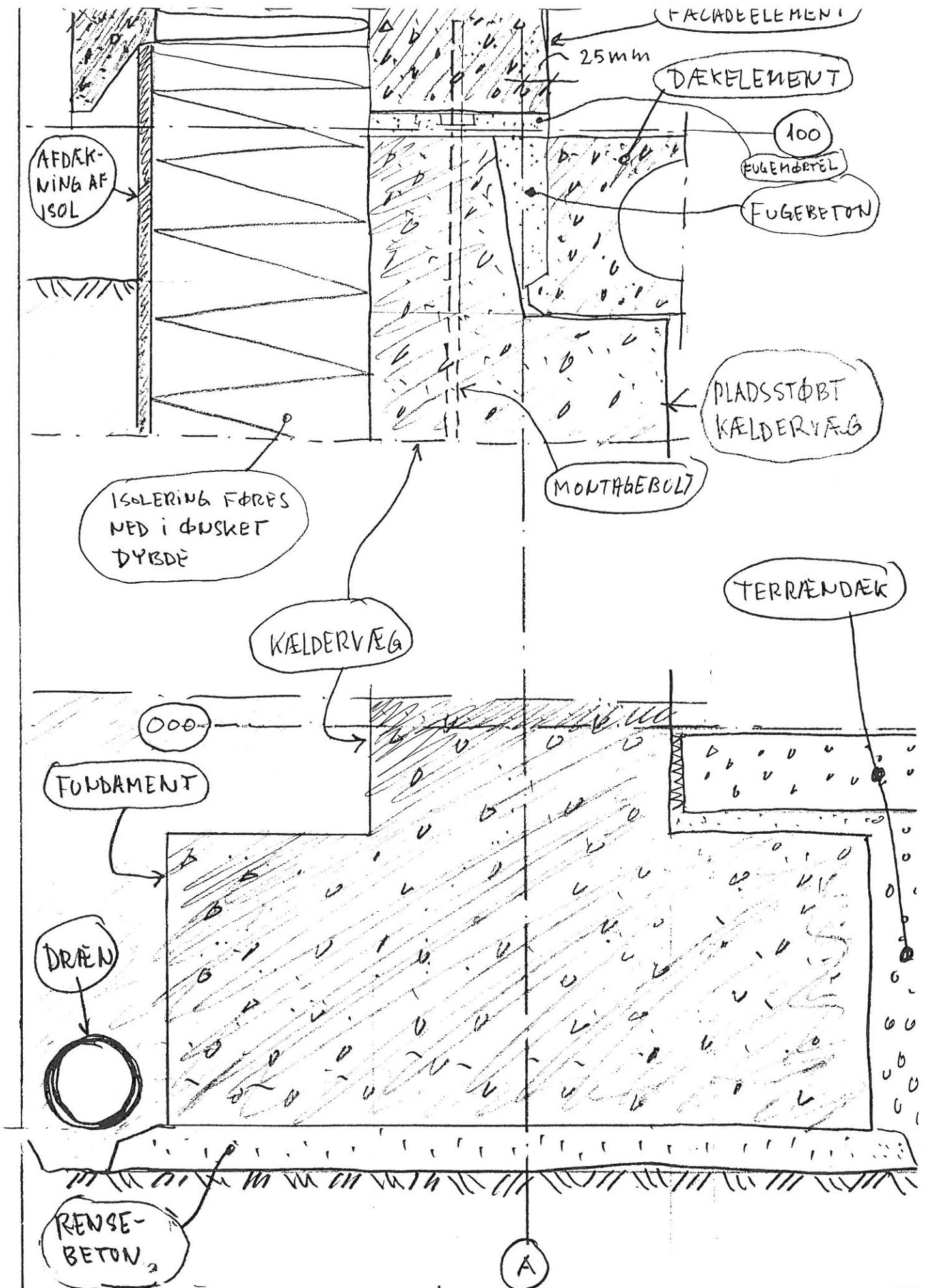
1:5



TAGKONSTRUKTION MED FLADT TAG

TEGN. NR B 4

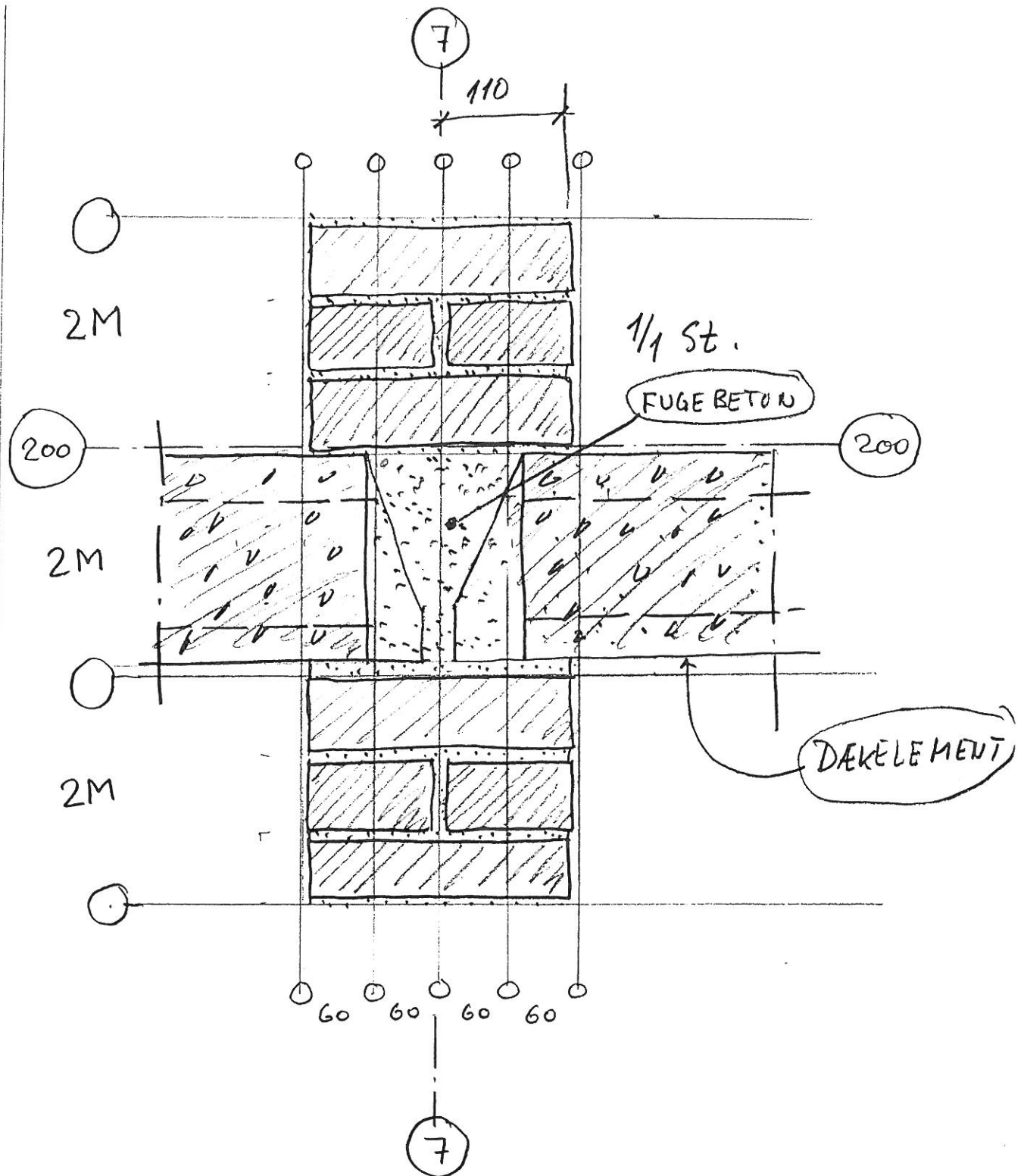
1:5



FACADEELEMENTERS TILSLUTNING TIL KÆLDER

TEGN. NR B 5

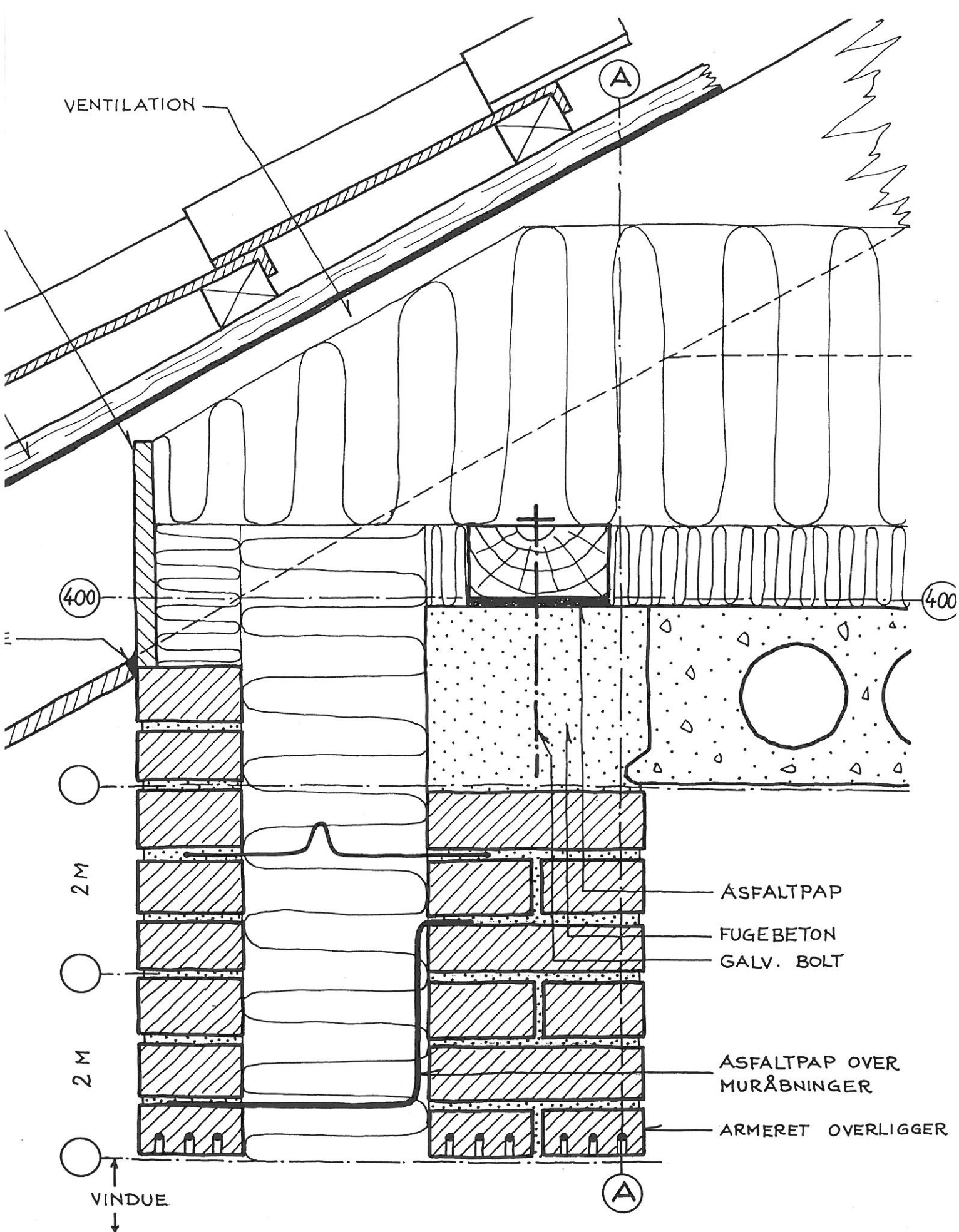
1:5



SAMLING OVER TVÆRVÆG

TEGN. NR M1

1:5



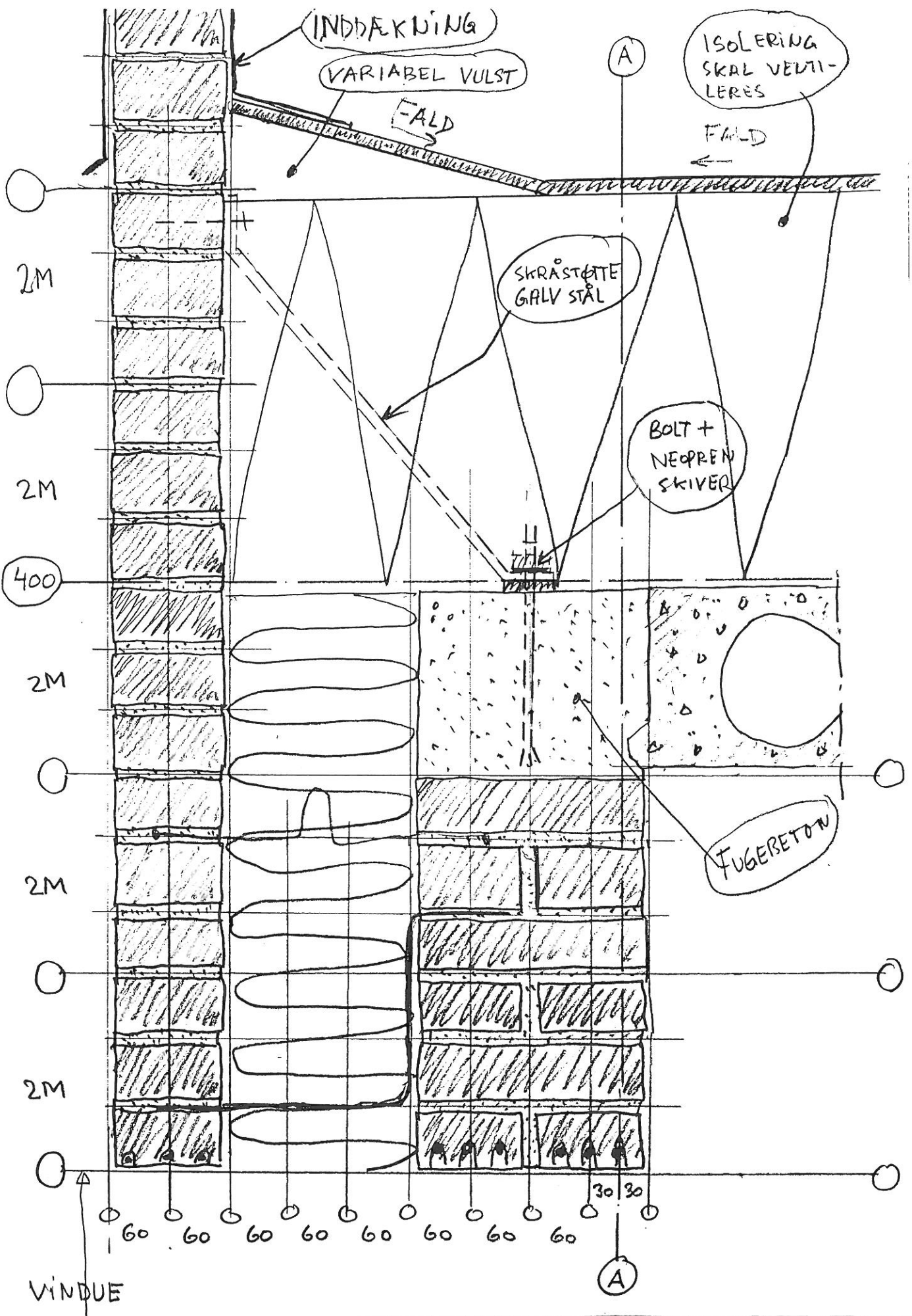
AALBORG UNIVERSITETSCENTER

EMNE: TAGKONSTRUKTION MED SPÆR

MÅL: 1:5

TEGN. NR.

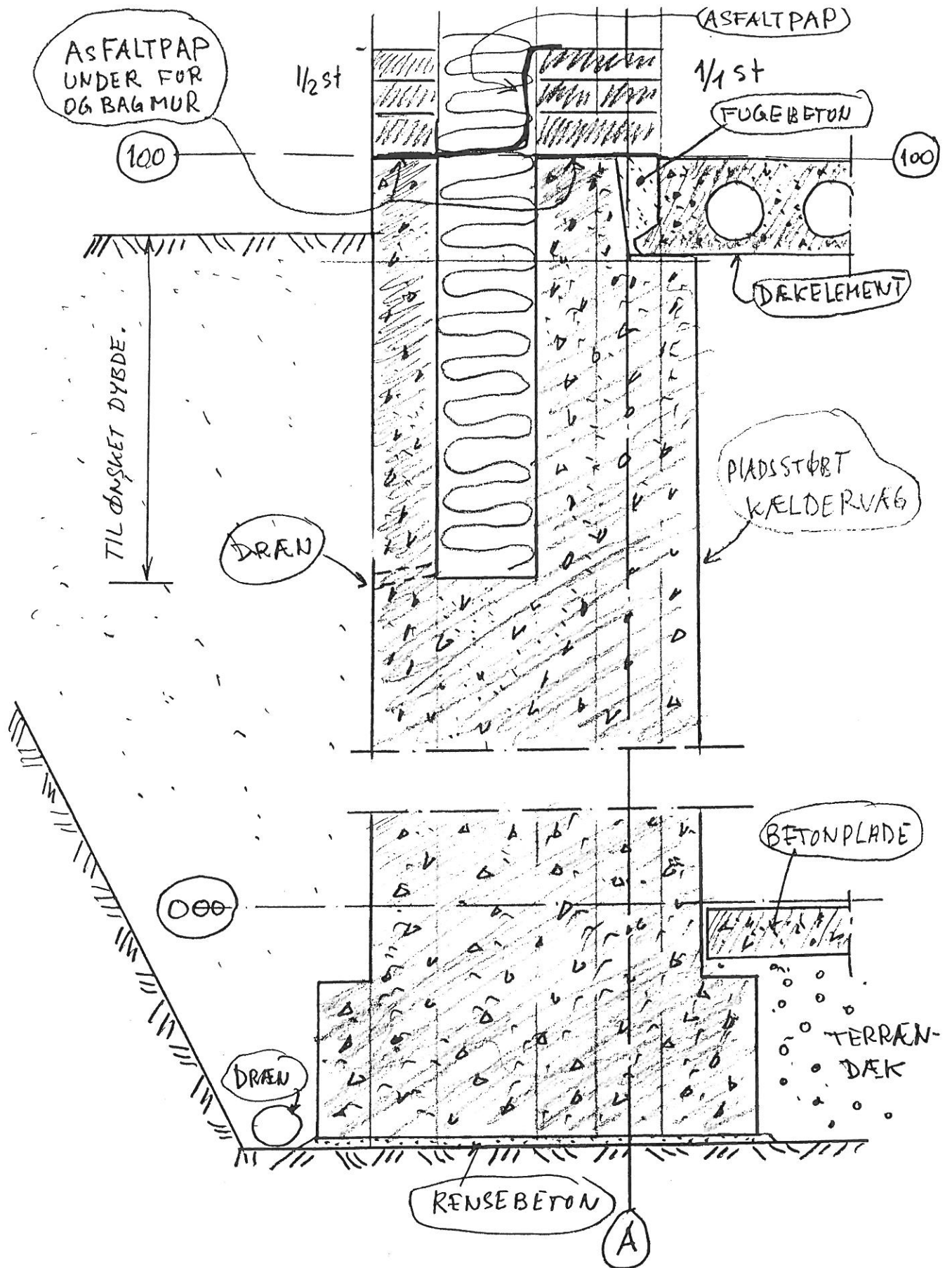
M3



TAGKONSTRUKTION MED FLADT TAG

TEGN. NR. M 4

1:5



YDERVÆGGENS TILSLUTNING TIL KÆLDER

TEGN. NR. M 5

1:10

